

POWERED BY **Dialog****FTHETA LENS****Publication Number:** 10-068876 (JP 10068876 A) , March 10, 1998**Inventors:**

- MOCHIDA YOSHIO
- UENO KAZUO

**Applicants**

- MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

**Application Number:** 08-227929 (JP 96227929) , August 29, 1996**International Class (IPC Edition 6):**

- G02B-013/00
- G02B-026/10
- G02B-026/10

**JAPIO Class:**

- 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS--- Optical Equipment)

**JAPIO Keywords:**

- R002 (LASERS)

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain f.theta. lens which is composed of three elements, has a good telecentric characteristic, is well corrected of aberrations and has a good f.theta. characteristic by forming the f.theta. lens composed of the three elements in three groups so as to satisfy specific conditions.

**SOLUTION:** This f.theta. lens is composed of the lens group composed of the three elements in three groups consisting, successively from an object side toward an image plane side, a first lens 1 of a negative meniscus lens of which the concave face is directed to the object side, a second lens 2 of a positive meniscus lens of which the concave face is directed toward the object side and a third lens 3 of a positive meniscus lens of which the convex face is directed toward the object side. The lens is so formed as to satisfy the conditions  $-0.9 < f_{(sub\ 1)}/f < -0.4$ ,  $d_{(sub\ 2)}/f < 0.06$ ,  $N_{(sub\ 1)}$ ,  $N_{(sub\ 2)}$ ,  $N_{(sub\ 3)} > 2$ ,  $-1.2 < r_{(sub\ 1)}/d_{(sub\ 0)} < -0.8$  by defining the focal length of the entire system as f, the refractive indices of the first lens 1 to the third lens 3 as  $N_{(sub\ 1)}$  to  $N_{(sub\ 3)}$ , the distance from the deflection plane of a deflector to the first lens 1 as  $d_{(sub\ 0)}$ , the air spacing between the first and second lenses 1, 2 as  $d_{(sub\ 2)}$  and the radius of curvature of the incident surface of the first lens 1 as  $r_{(sub\ 1)}$ .

JAPIO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-68876

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月10日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 13/00 26/10			G 0 2 B 13/00 26/10	E
	1 0 3			1 0 3

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-227929

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月29日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 持田 省郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 上野 和夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

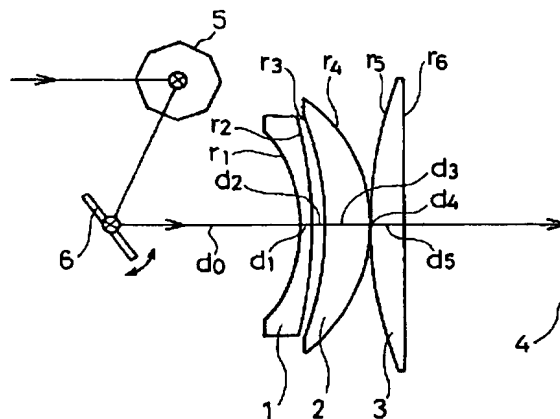
(74) 代理人 弁理士 石原 勝

(54) 【発明の名称】  $f \theta$  レンズ

(57) 【要約】

【課題】 3枚構成で、小型軽量化を図り、かつ収差を良好に補正し、 $f \theta$ 特性、テレセントリック性が良好な  $f \theta$  レンズを得る。

【解決手段】 物体側から像面4側に向かって順に、物体側に凹面を向けた負のメネスカスレンズの第1レンズ1と、物体側に凹面を向けた正のメネスカスレンズの第2レンズ2と、物体側に凸面を向けた正のメネスカスレンズの第3レンズ3とから成る3群3枚構成とし、高い高屈折率の材料を用い、各レンズと全体の焦点距離の相互関係、偏向面から第1レンズまでの距離と第1レンズの入射面の曲率半径の相互関係を規制することにより、 $f \theta$  レンズ全体の主要な特性について良好な特性を得るようにした。



1...第1レンズ  
2...第2レンズ  
3...第3レンズ  
4...像面

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から像面側に向かって順に、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズの第1レンズと、物体側に凹面を向けた正のメニスカスレンズの第2レンズと、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズの第3レンズとから成る3群3枚構成の $f\theta$ レンズであって、全系の焦点距離を $f$ 、第1レンズの焦点距離を $f_1$ 、第1、第2、第3レンズの屈折率を $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ 、偏向装置の偏向面から第1レンズまでの距離を $d_0$ 、第1レンズと第2レンズの空気間隔を $d_2$ 、第1レンズの入射面の曲率半径を $r_1$ として、

$$(1) -0.9 < f_1 / f < -0.4$$

$$(2) d_2 / f < 0.06$$

$$(3) N_1, N_2, N_3 > 2$$

$$(4) -1.2 < r_1 / d_0 < -0.8$$

なる条件を満足させたことを特徴とする $f\theta$ レンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、3枚構成でかつテレセントリックな特性を有する大口径の $f\theta$ レンズであって、特に使用する光源の波長が $10\mu\text{m}$ 以上と波長の長い光走査系に好適に適用できる $f\theta$ レンズに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】レーザプリンタやファクシミリ、また検査装置やレーザ加工装置等における光走査装置は、光源からの光束を回転多面鏡等の偏向装置により偏向し、偏向した光束を結像レンズ系によって走査面上にスポットとして結像させるように構成されており、偏向装置により等角速度的に偏向された光束を像面にスポットとして結像させるとともに等速度的な走査を可能にするために大口径の $f\theta$ レンズが用いられている。

【0003】このとき、 $f\theta$ レンズの焦点距離を $f$ とすると、走査面上像高 $Y$ と偏向装置により光軸より偏向された角度 $\theta$ との間に、等速性を示す $f\theta$ 特性といわれる $Y = f \cdot \theta$

なる関係が成立する。

【0004】ところで、上記各機器や装置に使用されている光源の波長は $1\mu\text{m}$ 以下と短く、一般のガラスが使用されている。しかし、光源の波長が $10\mu\text{m}$ 以上と波長の長い光走査系に適用された $f\theta$ レンズは殆どない状況である。

【0005】また、一般的な $f\theta$ レンズはテレセントリックではなく、走査面がデフォーカスすると、 $f\theta$ 特性が得られない等の問題が生じ、レーザ検査装置やレーザ加工装置等において、特にレーザが斜めに入射して突出物の影になる部分の検査が不備になったり、奥行きのある加工が傾斜してしまうといった問題が生じる。

【0006】テレセントリック性を有する $f\theta$ レンズとしては、例えば特開昭62-254112号公報、特開

平2-93511号公報等に開示されているが、それらは最低6枚のレンズで構成して所望の特性が得られるようにしている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記 $f\theta$ レンズのように最低6枚構成となるのでは、テレセントリック性が得られ、また各種の収差を補正しやすいものであっても、全体が長くて大きくなるので、小型化、軽量化、低コスト化の要請に応えられないという問題があった。

【0008】一方、3枚構成程度のもので、各種収差を十分に補正でき、テレセントリック性や $f\theta$ 性を十分に満足するものは未だ提供されていない。

【0009】本発明は、上記従来の問題点を鑑み、3枚構成でかつテレセントリック性が良好であり、また収差を良好に補正し、 $f\theta$ 特性の良好な $f\theta$ レンズを提供することを目的としている。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の $f\theta$ レンズは、種々検討を重ねた結果、3群3枚構成の $f\theta$ レンズにおいて、光源の波長が長くても良好に光を透過させるには高屈折率な材料を用いること、各レンズと全体の焦点距離の相互関係、さらに偏向面から第1レンズまでの距離と第1レンズの入射面の曲率半径の相互関係が、 $f\theta$ レンズ全体の主要な特性、例えば球面収差、非点収差、 $f\theta$ 特性、テレセントリック性を大きく左右することが判明したことによって達成されたものである。

【0011】すなわち、物体側から像面側に向かって順に、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズの第1レンズと、物体側に凹面を向けた正のメニスカスレンズの第2レンズと、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズの第3レンズとから成る3群3枚構成とし、全系の焦点距離を $f$ 、第1レンズの焦点距離を $f_1$ 、第1、第2、第3レンズの屈折率を $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ 、偏向装置の偏向面から第1レンズまでの距離を $d_0$ 、第1レンズと第2レンズの空気間隔を $d_2$ 、第1レンズの入射面の曲率半径を $r_1$ として、

$$(1) -0.9 < f_1 / f < -0.4$$

$$(2) d_2 / f < 0.06$$

$$(3) N_1, N_2, N_3 > 2$$

$$(4) -1.2 < r_1 / d_0 < -0.8$$

なる条件を満足させたものである。

【0012】上記条件(1)～(4)は、球面収差、非点収差、 $f\theta$ 特性、テレセントリック性といった主要な特性を所望の範囲に抑えるのに有効に働く。(1)の条件の上限を越えると、球面収差がオーバーに、主・副走査方向の非点収差、 $f\theta$ 特性、テレセントリック性がアンダーになる。また、下限を越えると球面収差がアンダーに、 $f\theta$ 特性、テレセントリック性がオーバーになる。(2)の条件以上になると、主・副走査方向の非点

収差、テレセントリック性がオーバーとなり、諸収差が悪化する。(3)の条件以下であると、長い波長が透過しなくなり、レンズとしての機能を果たさなくなる。

(4)の条件の上限を越えると、球面収差がオーバーに、主・副走査方向の非点収差、 $f\theta$ 特性、テレセントリック性がアンダーになる。また、下限を越えると球面収差がアンダーに、 $f\theta$ 特性、テレセントリック性がオーバーになる。

【0013】したがって、上記(1)～(4)の条件を満足することによって、光源の波長が長くても、3枚構成でかつテレセントリック性が良好であり、また収差を良好に補正し、 $f\theta$ 特性の良好な $f\theta$ レンズを提供できる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の大口径の $f\theta$ レンズの一実施形態を図1～図3を参照しながら説明する。

【0015】図1において、本実施形態の $f\theta$ レンズは、物体側から像面側に向かって順に、物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズの第1レンズ1と、物体側に凹面を向けた正のメニスカスレンズの第2レンズ2

$$f = 1.0, F = 1:5.7, 2\omega = 42^\circ$$

$$f_1/f = -0.61, d_3/f = 0.045, r_1/d_0 = -1.0$$

	$d_0 = 0.5729$	
$r_1 = -0.5749$	$d_1 = 0.0393$	$n_1 = 2.4028$
$r_2 = -1.6566$	$d_2 = 0.0447$	
$r_3 = -1.2245$	$d_3 = 0.1486$	$n_2 = 2.4028$
$r_4 = -0.6363$	$d_4 = 0.0049$	
$r_5 = 1.7198$	$d_5 = 0.1456$	$n_3 = 2.4028$
$r_6 = 34.9725$	$d_6 = 1.2209$	

【0019】図2から本実施例の $f\theta$ レンズは収差を良好に補正していることが分かる。

【0020】(実施例2)表2に第2実施例を示し、図

と、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズの第3レンズ3とから成る3群3枚構成のレンズ群にて構成されている。4はこの $f\theta$ レンズ系を透過した光束が結像する像面である。また、物体側には、面走査を可能とするため第1偏向装置5と第2偏向装置6の2つの偏向装置が配設されている。

【0016】このような基本構成を持った $f\theta$ レンズにおいて、 $f$ を全系の焦点距離、物体側から第 $i$ 番目のレンズの焦点距離を $f_i$ 、 $F$ はレンズ系の $F$ ナンバー、 $2\omega$ は偏向角、物体側から第 $i$ 番目のレンズ面曲率半径を $r_i$  ( $i = 1 \sim 6$ )、第2偏向装置6(偏向面)から第1レンズ1までの距離を $d_0$ 、第 $i$ 番目と第 $i+1$ 番目の面間隔を $d_i$  ( $i = 1 \sim 6$ )、第 $j$ 番目のレンズの屈折率を $n_j$  ( $j = 1 \sim 3$ )として、以下に実施例を示す。

【0017】(実施例1)表1に第1実施例を示し、図2にこの第1実施例におけるレンズの諸収差を示す。

【0018】

【表1】

3にこの第2実施例におけるレンズの諸収差を示す。

【0021】

【表2】

$$f = 1.0, F = 1:5.1, 2\omega = 44^\circ$$

$$f_1/f = -0.599, d_2/f = 0.045, r_1/d_0 = -1.08$$

	$d_0 = 0.5340$	
$r_1 = -0.5749$	$d_1 = 0.0392$	$n_1 = 2.4028$
$r_2 = -1.7478$	$d_2 = 0.0447$	
$r_3 = -1.2245$	$d_3 = 0.1486$	$n_2 = 2.4028$
$r_4 = -0.6363$	$d_4 = 0.0049$	
$r_5 = 1.7198$	$d_5 = 0.1456$	$n_3 = 2.4028$
$r_6 = \infty$	$d_6 = 1.2087$	

【0022】図3から本実施例の $f\theta$ レンズは収差を良好に補正していることが分かる。

【0023】なお、図2、図3において、(a)はFナンバーによる球面収差(単位mm)の変化を示し、

(b)は偏向角によるサジタル像面(S)とメリジオナル像面(M)における非点収差(単位mm)の変化を示し、(c)は偏向角による歪曲収差(単位%)の変化を示す。

【0024】

【発明の効果】本発明の大口径 $f\theta$ レンズによれば、以上の説明から明らかなように、3枚構成であることにより小型軽量で低コストにて構成でき、かつ光源の波長が長くても、テレセントリック性が良好で、また収差を良好に補正し、 $f\theta$ 特性の良好な $f\theta$ レンズを実現するこ

とができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の $f\theta$ レンズの一実施形態の構成図である。

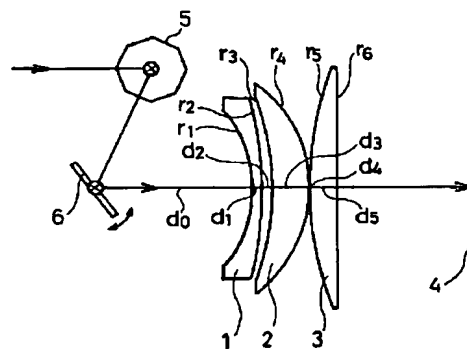
【図2】同実施形態の第1の実施例の各種収差を示す図である。

【図3】同実施形態の第2の実施例の各種収差を示す図である。

【符号の説明】

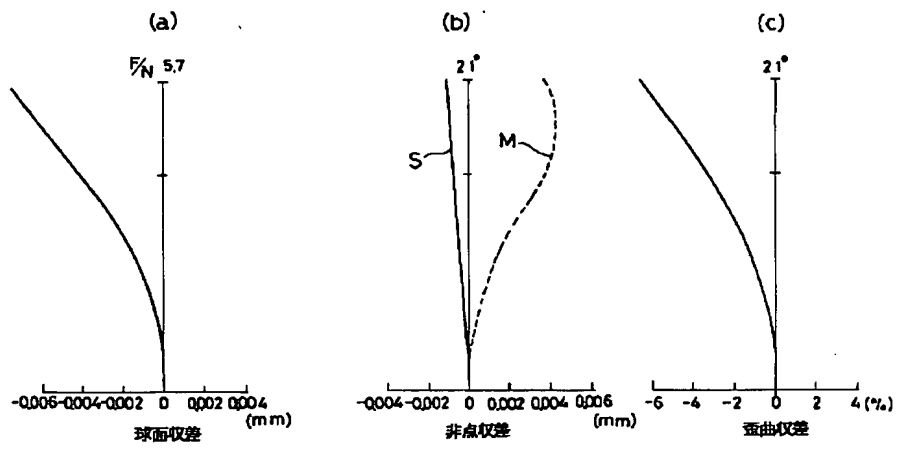
- 1 第1レンズ
- 2 第2レンズ
- 3 第3レンズ
- 4 像面

【図1】



- 1...第1レンズ
- 2...第2レンズ
- 3...第3レンズ
- 4...像面

【図2】



【図3】

